

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-145858

(43) 公開日 平成9年(1997)6月6日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

G 0 4 C 3/12

識別記号

庁内整理番号

F I

G 0 4 C 3/12

技術表示箇所

A

審査請求 未請求 請求項の数10 F D (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平8-318488

(22) 出願日 平成8年(1996)11月15日

(31) 優先権主張番号 9 5 1 3 6 0 7

(32) 優先日 1995年11月16日

(33) 優先権主張国 フランス (F R)

(71) 出願人 591077058

アスラブ・エス アー

ASULAB SOCIETA ANON  
YME

スイス国 シイエイチ-2501・ビエンヌ・  
ファウボオ ドウ ラク・6

(72) 発明者 ローラン・ルチエール

スイス国 シイエイチ-1138・ビラール  
スウーイエン・シュマン ドウ カレッ  
ジ・(番地なし)

(72) 発明者 フリドリッ・ウイゲ

スイス国 シイエイチ-2000・ヌーシャテ  
ル・アヴェニュー デ アルプス・22

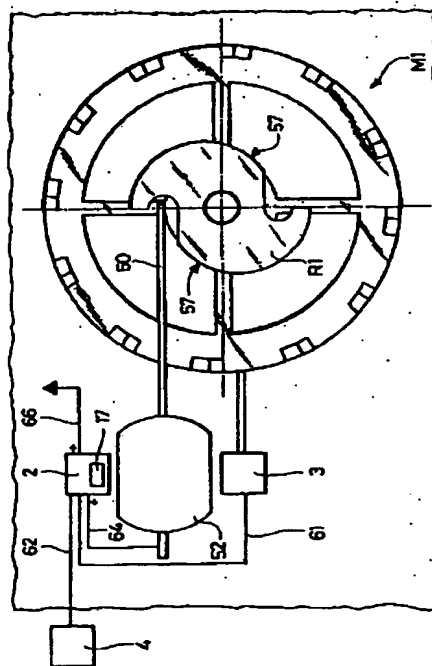
(74) 代理人 弁理士 山川 政樹

(54) 【発明の名称】 ステップ・モードにおいて圧電モータを励起し、監視する方法および回路

(57) 【要約】

【課題】 本発明は共振周波数 ( $f_R$ ) を有しており、各動作ステップ中に励起周波数 ( $f_E$ ) が電氣的に供給される圧電モータ (M1) をステップ・モードにおいて励起し、監視する方法に関する。

【解決手段】 前記モータの連続した少なくとも数ステップにわたるモータの現在のステップに対し、励起周波数 ( $f_E + 1$ ) の所定の値を使用して現在のステップの継続期間 ( $t_E + 1$ ) を測定し、前記継続期間 ( $t_E + 1$ ) を直前のステップの継続期間 ( $t_E$ ) と比較し、前記励起周波数 ( $f_E + 1$ ) を次のステップに対してステップの継続期間を減らす方向で補正する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 共振周波数 ( $f_R$ ) を有しており、各動作ステップ中に励起周波数 ( $f_E$ ) が電氣的に供給される圧電モータ (M1) をステップ・モードにおいて励起し、監視する方法において、前記モータの連続した少なくとも数ステップにわたる監視フェーズを備え、その監視フェーズ中に、励起周波数の所定の値 ( $f_E + 1$ ) を使用して前記モータの現在のステップの継続期間 ( $t_E + 1$ ) を測定し、その継続期間 ( $t_E + 1$ ) を直前のステップの継続期間 ( $t_E$ ) と比較し、この比較の結果にしたがって、前記励起周波数 ( $f_E + 1$ ) を次のステップに対してはステップの継続期間を減らす方向で補正することを特徴とする圧電モータを励起し、監視する方法。

【請求項2】 前記補正が前記励起周波数 ( $f_E + 1$ ) に正または負になることのできる所定の増分 ( $\Delta f$ ) を追加することを特徴とする請求項1に記載の方法。

【請求項3】 比較により現在のステップの継続期間 ( $t_E + 1$ ) が直前のステップのもの ( $t_E$ ) よりも大きいことが示された場合に、増分の記号 ( $\Delta f$ ) を変更することを特徴とする請求項2に記載の方法。

【請求項4】 監視フェーズの最初のステップに対して、前記所定の励起周波数値 ( $f_E + 1$ ) が共振周波数 ( $f_R$ ) よりも大きい場合、負の値を前記増分に与えることを特徴とする請求項2に記載の方法。

【請求項5】 監視フェーズの前に、モータの連続した数ステップにわたる初期化フェーズを備え、使用される所定の励起周波数が監視フェーズの開始時に決められることを特徴とする請求項1ないし4のいずれか一項に記載の方法。

【請求項6】 初期化フェーズにおいて、2つの限界値 ( $f_{min}$ 、 $f_{max}$ ) の間の励起周波数の範囲を考慮し、励起周波数限界値の第1のもの ( $f_E$ ) をモータの第1のステップを発生するために使用し、このステップの継続期間 ( $t_E$ ) を測定し、これが最大限界継続期間 ( $t_0$ ) よりも短い場合には、1を監視フェーズに渡し、短くない場合には、励起周波数 ( $f_E$ ) を他の限界値の方向で補正し、補正された励起周波数 ( $f_E + 1$ ) をモータの第2のステップを発生するために使用し、ステップの継続期間 ( $t_E + 1$ ) が前記最大限界継続期間 ( $t_0$ ) よりも短くなるまで反復することを特徴とする請求項5に記載の方法。

【請求項7】 請求項1ないし6のいずれか一項に記載の方法の実施に適した、ステップ・モードにおいて圧電モータ (M1) の励起および監視回路において、可変周波数信号 ( $f_E$ ) をモータ (M1) の電源回路 (3) に供給するプログラマブル発振器 (17) と、モータのステップの継続期間 ( $t_E + 1$ ) を測定し、格納する手段 (13、14) と、

前記継続期間 ( $t_E + 1$ ) を直前のステップの継続期間 ( $t_E$ ) か所定の限界継続期間 ( $t_0$ ) 又は双方と比較する手段 (18) と、

前期比各手段 (18) に応じてプログラマブル発振器 (17) に作用して、前記可変周波数信号 ( $f_E$ ) を修正する調節手段 (15、16) とを備えていることを特徴とする圧電モータの励起および監視回路。

【請求項8】 前記調節手段 (15、16) が前記可変周波数信号 ( $f_E$ ) を増分によって修正するようになされていることを特徴とする請求項7に記載の回路。

【請求項9】 前記測定および記憶手段 (13、14) がラッチ・レジスタ (14) に関連づけられたカウンタ (13) を備えていることを特徴とする請求項7または8に記載の回路。

【請求項10】 回路がモータがステップしたときにモータの検出手段 (50、57) によって生成されたパルスの受け取り後に前記測定および記憶手段 (13、14) の動作を制御する手段 (11) をも備えていることを特徴とする請求項7ないし9のいずれか一項に記載の回路。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は圧電モータを励起し、監視する方法および回路に関する。詳細に言えば、本発明はステップ・モードにおいて圧電モータを励起し、監視して、モータの共振励起周波数を安定させる方法および回路に関する。このようなモータは、たとえば、時計に使用できる。

## 【0002】

【従来の技術】 一般に、圧電モータは軸方向の支持を確保とし、ロータの回転時に案内を行う支持構造を形成するステータに回転可能に取り付けられたロータを備えている。ヨーロッパ特許第EP-A 0580049号参照。圧電モータはステータの共振周波数  $f_R$  で動作する。励起回路は共振周波数に等しい励起周波数  $f_E$  をステータに印加する。しかしながら、これらの周波数は温度などの周囲条件により、また摩擦などの経時によって変動するが、同じ態様では変動しない。実際には、回路に対する、すなわち、励起周波数に対する温度の影響は、ステータに対する、すなわち、共振周波数に対する影響よりも大きい。これら2つの周波数の間の変動が大きくなりすぎた場合、モータの動作が劣化し、ついにはモータが停止する。これはモータに印加される交番信号の励起周波数  $f_E$  を監視して、この励起周波数  $f_E$  をモータの  $f_R$  の共振周波数と等しいままとしておかなければならないからである。

【0003】 励起周波数を連続的に安定させる閉ループ回路を使用するモータ共振周波数監視システムは周知である。これは一般に、モータに印加される電圧および電流の間の位相シフトを一定に維持するためのPLL (位

相ロック・ループ) システムに関する。これらの監視システムは位相検出器および電圧制御発振器を必要とする。しかしながら、これらの構成要素によって、このような監視回路が複雑で高価なものとなることを理解されたい。

【0004】他の解決策がヨーロッパ特許第EP-A-0366496号から周知であり、この特許は圧電モータ監視回路を記載しており、この回路は位相検出器の代わりとなる電圧比較器と、電圧制御発振器を備えている。しかしながら、この場合も、回路は使用されている構成要素のため、高価であり、複雑である。さらに、従来技術のシステムは励起周波数を監視するのにアナログ量を使用しており、これがシステムを複雑としている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】上述の従来技術の監視回路および方法は、これらが励起周波数をきわめて精密に調節しなければならず、かつこの励起周波数がモータを回転させるのに必要な共振周波数と同一のままであることを常に確保しなければならないため複雑である。本発明によって予測される用途において、すなわちモータがステップ・モードで回転する場合に、従来の技術の回路は実際には、複雑すぎ、それ故、高価すぎるものである。ステップ・モードにおけるモータが連続的に回転しないならば、その励起周波数を連続的に調節する必要はない。

【0006】本発明の目的は、共振周波数を中心として励起周波数を調節するために励起周波数を励起し、監視する、簡単で効率がよい方法および廉価で作りやすい回路を提供することによって、従来技術の上述の問題の解決策を提供することである。

【0007】

【課題を解決するための手段】この目的はステップ・モードにおいて圧電モータを励起し、監視する方法によって達成される。モータは、共振周波数を有しており、各動作ステップ中に励起周波数で電力が供給される。前記方法は、モータの少なくともいくつかの連続したステップにわたっている監視フェーズを備え、モータの現在のステップに対して、所定の値の励起周波数が使用されて現在のステップの継続期間が測定され、その継続期間が先行ステップの継続期間と比較され、このような比較の結果にしたがって、前記の励起周波数の値がステップの継続期間を短縮する傾向のある方向で、後続ステップに対して補正する事の特徴とする。その装置は、モータの電源回路に可調節周波数信号を供給するプログラマブル発振器と、モータのステップの継続期間を測定し、記憶する手段と、前記継続期間を先行するステップの継続期間および/または所定の限界継続期間と比較する手段と、前記比較手段に回答してプログラマブル発振器に作用して、前記調節可能周波数信号を変更する調節手段とを備えている。

【0008】有利な態様において、本発明による方法および回路はデジタル信号による励起周波数の安定化を可能とする。さらに、本発明による方法および回路はステップ・モータ自体の本質的に単純な構造を利用することを可能とする。

【0009】本発明による方法および回路を使用して、連続回転を行うのではないが、好ましくは一時に1ステップまたは数ステップずつ回転し、次のステップを行う前に外部コマンドを待機し、このようなステップが完全な回転または回転の一部となることができるモータを監視する。たとえば、このモータを電子時計に使用して、秒針を駆動する場合、発振器はクロック回路によって制御され、モータは毎秒1ステップ回転する。モータは共振周波数 $f_R$ で正しく回転する。モータがステップするたびに、このようなステップを行うのに必要な継続期間 $t$ が測定される。モータが適正に動作するためには、限界継続期間に対応した、正しい動作限界を示す継続期間 $t_0$ が決定される。測定した継続期間はこの限界値 $t_0$ と比較される。継続期間 $t$ が継続期間 $t_0$ を超えた場合には、励起周波数 $f_E$ がもはや共振周波数 $f_R$ と対応しなくなっていること、およびこれを調節しなければならないことがわかる。温度などの周囲条件の影響がモータの共振周波数 $f_R$ を徐々に変えるだけであるから、以前のものに近い新しいモータ励起周波数 $f_E$ を求め、モータがこの新しい周波数において限界継続期間 $t_0$ 以内に回転するかどうかを測定するだけでよい。それ故、周波数 $f_E$ を共振周波数 $f_R$ に緩やかに収束させることにより、モータが適切に回転するように、モータ共振器の周波数を十分正確に監視するために管理する。

【0010】

【発明の実施の形態】本発明の主題の実施の形態を添付図面を参照して、単なる例として以下で説明する。

【0011】図1は圧電モータおよびその制御手段の略図であり、このようなモータを本発明による励起および監視回路によって励起し、監視することができる。

【0012】圧電モータM1は軸方向の支持を確実にし、ロータの回転時に案内を行う支持構造を形成するステータS1(図1には図示せず)に回転可能に取り付けられたロータR1を備えている。圧電モータM1は、ステータの共振周波数 $f_R$ で動作するものであり、それ故、ステータS1のディスクの軸線に関して対称的な振動運動に対応して共振するように励起される。モータの制御回路2は希望する励起周波数 $f_E$ に対応した交番周波数信号を供給する。このため、制御回路2は希望する周波数 $f_E$ を与えるように配置されたプログラマブル発振器17を備えている。ここでは、水晶に結合されたRC発振器が基準周波数をもたらすことに留意されたい。発振器17は切換え可能である。すなわち、制御回路2によってオン・オフできる。発振器17の出力は直接、あるいは電線61および出力段3を介してモータの圧電素

子を駆動して、ステータS1を振動させ、またロータR1を回転させる。

【0013】角位置決定手段(50、57)が、ロータR1の回転運動を、たとえば、180°ずれた2つの角度位置で停止できるように設けられている。このような構成はヨーロッパ特許第E P-A-0587031号に詳細に記載されているので、詳細についてはこれを参照されたい。

【0014】位置決定手段は本例においては、支持体52に取り付けられ、ロータR1の回転面に配置されており、かつロータの回転の少なくとも一部においてロータの外縁部57に横方向接触する形状になされた接点バネ板50を備えている。ロータR1の外縁部57は、上述のヨーロッパ特許第E P-A-0587031号明細書に詳細に記載されているように、このためのカム・プロフィールを有している。バネ板50は導電体製であり、ロータR1とともに電気機械スイッチを形成しており、このスイッチは電線64を介して制御回路2と関連づけられている。上述のヨーロッパ特許第E P-A-0587031号明細書に詳細に記載されているように、第2の電線66が制御回路2を接地している。モータの1ステップはここでは、ステップの終わりによって決められる。すなわち、接点が再度開いた瞬間と決める。また、制御回路2がクロック回路4に接続されて、線62を介してある周波数のパルスを供給していることにも留意されたい。

【0015】モータが適正に動作するためには、このようなモータを共振周波数 $f_R$ の近傍で励起する必要がある。周波数 $f_R$ が熱効果の影響により、またモータの経時によって変動するため、発振器17が発生する励起周波数 $f_E$ を監視する必要がある。

【0016】図2は、モータに加えられる励起周波数 $f_E$ に対するモータの回転速度 $V_m$ を示す。迅速な回転をもたらす最適周波数はモータの共振周波数 $f_R$ である。

【0017】このため、制御回路2はまず、上述のバネ板/ロータ電気機械スイッチ50、R1を利用して、周波数 $f_E$ におけるモータのステップの継続期間を測定する。モータが周波数 $f_R$ において適正に回転するためには、モータがステップするたびに、このようなステップを行うのに必要な継続期間 $t_i$ が、依然許容できると考えられる所定の限界継続期間 $t_0$ 内になければならない。測定した継続期間 $t_i$ が継続期間 $t_0$ を超えている場合には、発振器17がモータに印加する励起周波数 $f_E$ がもはや周波数 $f_R$ に厳密に対応していないこと、それ故、周波数 $f_E$ を修正しなければならないことがわかる。温度などの周囲条件の影響は共振周波数 $f_R$ を、それ故、モータの回転速度を緩やかに変化させるだけであるから、以前のものに近い新しい励起周波数 $f_E$ 、たとえば $f_E + \Delta f$ を求め、この新しい周波数 $f_E + \Delta f$ でモータが行う1ステップの新しい継続期間 $t_{i+1}$ を測定

すればよい。継続期間 $t_{i+1}$ が依然限界継続期間 $t_0$ を超えている場合には、新しい励起周波数 $f_E$ を逆方向、すなわち $f_E - \Delta f$ で求める。緩やかに収束させて、発振器17がモータに印加する周波数 $f_E$ を十分精確に調節し、モータが適正に動作し、それ故、その限界継続期間 $t_0$ 内で回転するよう管理する。

【0018】モータの動作許容範囲を $f_R - \Delta$ ないし $f_R + \Delta$ までの周波数の範囲と決める(図2参照)。製造時に与えられる共振周波数 $f_R$ が、たとえば、130kHzであり、モータの許容差 $\Delta$ が、たとえば、 $\pm 10$ kHzである場合、モータが動作できる範囲は20kHz、すなわち、120ないし140kHzとなる。モータの共振周波数は次いで、発振器17の動作周波数範囲を決定する。モータの周波数が若干変動するので、発振器17の動作範囲をモータの製造許容差によるある程度の安全マージンを考慮してモータの周波数範囲の近傍に決定しなければならない。動作範囲 $\Delta$ よりも広く、実験によって見いだされた発振器17の動作範囲は、本例では、100kHzと163.5kHzの間になるように選択される。それ故、発振器の許容差 $\theta$ は $\pm 31.75$ kHzである。

【0019】本発明による励起および監視方法および回路は、まず、モータが動作できる、すなわちモータがその限界継続期間 $t_0$ 内で回転する励起周波数 $f_E$ を迅速に求め、次いで、この周波数 $f_E$ を監視して、必要となった場合に、すなわち周波数 $f_E$ が限界継続期間 $t_0$ を超え、すなわち測定した期間 $t$ によって示された値がモータの共振周波数 $f_R$ から離れすぎた場合に、モータに印加される共振周波数 $f_E$ を調節することによって、適正な動作を連続的に確実とするように設計される。簡単にいえば、本発明による方法および回路は、励起周波数 $f_E$ を、好ましくは対話式の態様で修正することによって、図2に示す曲線のピークの近傍にとどまることを試みる。有利な態様において、本発明による励起および監視回路は制御回路2の一部を形成する。

【0020】方法と、回路の動作を図3および図4の略流れ図を利用して以下で説明する。

【0021】図3は本発明による回路による初期化フェーズを略示した流れ図である。まず、ステップ1において、プログラマブル発振器17を制御する回路2を制御するために、初期化パラメータを回路2に組み込まれたメモリMeから読み取る。上記で説明したように、これらのパラメータはモータの製造時に決まり、共振周波数 $f_R$ および許容差値 $\Delta$ を含んでいる。

【0022】次に、発振器17の最大周波数 $f_{max}$ が決定でき、これは $f_E + \theta$ に等しい。ただし、 $\theta$ は上述のように発振器17の動作範囲に対応している。周波数 $f_E$ はモータの公称共振周波数 $f_R$ 、したがって、130kHzに対応している。同様に、最小周波数 $f_{min}$ が決定でき、これは $f_E - \theta$ に等しい。周波数 $f_{max}$ は

図3のステップ1で固定される。

【0023】発振器17の周波数を調節する手段(15、16、図5参照)を配置して、モータが回転していない間に、周波数を変更するパラメータを固定する。このパラメータをここでは $De\ f$ といい、あらかじめ、たとえば、 $-2\text{ kHz}$ に選択されている。このパラメータはモータが十分効率のよい状態で動作できる周波数を求めるための初期収束を決める。

【0024】流れ図は、本発明による方法および回路がモータを動作させるために行うステップも示している。記号Nはテスト・ステップに応じた「no」を表し、記号Yは「yes」を表している。

【0025】ステップ2において、発振器17は周波数 $f_E = f_{max} + De\ f$ で動作するように設定される。本例において、 $f_E = 163.5 - 2 = 161.5\text{ kHz}$ である。次いで、ステップ3において、この周波数 $f_E$ を周波数 $f_{min}$ と比較して、モータの製造時に決められた動作範囲から逸脱しないようにする。周波数 $f_E$ が $f_{min}$ よりも低い場合、モータは停止し、これは「STOP」で表されており、モータが動作していないことがわかる。このような場合、図5で「ALARM」で表されている警報信号が与えられ、モータに欠陥があることを示す。

【0026】周波数 $f_E$ が周波数 $f_{min}$ 以上である場合には、モータを1ステップ回転させるコマンドが与えられる。すなわち、発振器17がオンとなり、モータを回転させる。これは図3で「STEP」となっているステップ4で表されている。モータによってこのステップを実行する継続期間 $t_E$ がステップ5で測定される。継続期間 $t_E$ が限界継続期間 $t_0$ よりも大きい場合、次の周波数 $f_E + 1 = f_E + De\ f$ がステップ2で決定され、発振器17に対して指示する。次いで、ステップ3ないし5が新しい周波数で反復される。他方、測定された継続期間 $t_E$ が限界継続期間 $t_0$ 以下である場合には、モータが適正に動作していることがわかる。初期化フェーズがこれで終了し、これは図3で「END」によって示されている。この初期化フェーズは励起および監視回路が動作するたびに、たとえば、電源電圧を受け取ったときに行われるのが好ましい。

【0027】実際には、モータを回転させるための発振器17の励起周波数 $f_E$ の粗調節であるこの初期化フェーズの後、モータの共振周波数 $f_R$ を変化させる周囲条件の影響に関わりなく、連続的で適正な動作を行わせるために、発振器17の励起周波数 $f_E$ を補正する監視フェーズが実行される。

【0028】この微調整を行うために、本発明による方法および回路が実行するステップを略示した流れ図を、図4に示す。

【0029】まず、ステップ1において、パラメータ $De\ f$ を修正し、周波数の細かい調整を行うため、たと

えば $-0.5\text{ kHz}$ と小さくなるようにする。初期化中に測定された第1のステップの継続期間 $t_E$ は、ステップ2においてメモリSに格納される。メモリSは、たとえば、図5において14で示されているラッチ・レジスタでよく、これについては以下で詳細に説明する。ここでは、一度に1ステップ回転するモータに関するものであるから、モータの次の回転ステップを発生させるまで発振器17は外部コマンドを待てる(ステップ3参照)。この外部コマンドを受け取ると同時に、発振器17の周波数は初期周波数 $f_E$ から新しい周波数 $f_E + 1 = f_E + De\ f$ に変えられる(ステップ4参照)。次いで、ステップ5において、新しい周波数 $f_E + 1$ を周波数 $f_{max}$ および周波数 $f_{min}$ と比較して、これがモータの動作範囲から逸脱しているかどうかをチェックする。範囲から逸脱しており、それ故、ステップ5の条件が満たされない場合(参照符号「N」で示される)、監視フェーズが停止され(ステップ4で「STOP」という語で示されている)、図3を参照して上述した初期化フェーズ中の励起周波数 $f_E$ に発振器17をリセットする。依然範囲内にある場合には、発振器17がこの新しい周波数 $f_E + 1$ でオンとされ、モータがオンとなって、モータのステップを行う(ステップ6参照)。このステップの継続期間を測定し、この継続期間 $t_E + 1$ を限界継続期間 $t_0$ と比較して(ステップ7)、モータが適正に動作していることを確認する。継続期間 $t_E + 1$ が限界継続期間 $t_0$ よりも長い場合には、ステップ9へ進んで、パラメータ $De\ f$ の値を逆転させて、上述した初期化フェーズにおける回路の動作と同じ状態で、逆方向の新しい周波数を求め、上述したステップを反復する。したがってここでは、励起周波数 $f_E + 2$ の変化は逆方向となる。

【0030】逆に、継続期間 $t_E + 1$ が $t_0$ よりも短い場合には、モータが適正に回転していることがわかる。次いで、ステップ8において、継続期間 $t_E + 1$ をあらかじめ測定した継続期間 $t_E$ と比較して、モータが新しい周波数 $f_E + 1$ でより効率よく動作するかどうかを評価する。実際の共振周波数 $f_R$ への収束によるモータの動作の連続最適化が、本発明による方法および回路によって達成される。

【0031】図5は図4を参照して上述した微調整を実行するための本発明による励起および監視回路の例を略示したものである。

【0032】回路はD型フリップフロップ11を備えており、これはCLKで表されるクロック入力で、図4のステップ6に対応した制御パルス信号「STEP」を受け取る。この入力Dは常に論理レベル「1」、すなわち高である。Dフリップフロップ11の出力Qは分圧器12および7ビット・カウンタ13のCLR(反転)入力に接続されている。この出力Qは後縁で反応するラッチ・レジ

スタ14、これも後縁で反応するJKフリップフロップ15、および前縁で反応するアップダウン・カウンタ16のCLKで表されるクロック入力に接続されており、またプログラマブル発振器17の「ENABLE」という検証入力に接続されている。すでに説明したように、フリップフロップ15およびアップダウン・カウンタ16はともに発振器17の励起周波数 $f_E$ の調節手段を形成している。

【0033】カウンタ13は限界値 $t_0$ で行われるステップの継続期間 $t_E$ を測定し、比較する。レジスタ14は、それ故、図4のステップ2で説明したメモリSに対応している。継続期間 $t_E+1$ に対応しているカウンタ13の新しい値は次いで、以前の値 $t_E$ になる（図4のステップ3参照）。分圧器12はクロック回路4から電線62（図1参照）を介して、そのパルスを経由してクロック入力CLKにおいて1024kHzの周波数で受け取る。分圧器12は $2^3$ の分圧器として動作し、その出力Q2に128Hzのパルス信号をもたらす。この出力はカウンタ13のクロック入力CLKに接続される。

【0034】カウンタ13はカウンタがオーバフローしたとき、すなわち、1ステップを行うのに必要な継続期間 $t_E$ が所定の限界値 $t_0$ を超えた場合に、「ALARM」という、図3のステップ3の「STOP」コマンドに対応している警告信号を与える。カウンタの7ビット値に対応しており、それ故、1ステップの継続期間に対応している、Q0-Q6というカウンタ13の他の出力はラッチ・レジスタ14の入力D0-D6、ならびに比較器18の入力A0-A6に接続されている。レジスタ14の出力Q0-Q6は比較器18のB0-B6という第2の入力に接続されている。比較器18の出力 $A > B$ は図4のステップ8に対応しているカウンタ13およびレジスタ14が与える7ビット値の間の比較の結果を与える。この出力はJKフリップフロップ15の入力JおよびKに接続されている。JKフリップフロップ回路15の出力Qはアップダウン・カウンタ16の入力U/Dに直結されている。カウンタの値は結果として、増減することになる。7ビット値に対応しているアップダウン・カウンタの出力Q0-Q6は発振器17の入力D0-D6に接続されている。発振器17の出力Foutは、モータのプログラマブル発振器が印加する周波数 $f_E$ を有している。それ故、発振器17は可変周波数を送出する。

【0035】D型フリップフロップ回路11は2つの入力を備えた「AND」ゲート20からの出力信号を受け取るもう1つのCLR（反転）入力を有している。ゲート20の第1の入力は、外部コントローラが制御するRESET（反転）というリセット信号を受け取る。リセット信号RESET（反転）はアップダウン・カウンタ16および発振器17のリセット入力にも与えられる。ゲート20の第2の入力はチャタリング防止回路

19の「OUT」出力に接続されている。チャタリング防止回路19もCLKというクロック入力で、後縁で反応する1024Hzのクロック信号を受け取る。このチャタリング防止回路19は圧電モータがステップした時に圧電モータによって生成された接点上で反応する。接点パルスが、図1を参照して上述したように、電線64を介して他の角位置決定手段（50、57）から入る。チャタリング防止回路19の「OUT」出力は、モータ回転検出接点が開いたときに、短いマイナスのパルスを出す。このパルスは「ROTATE」という制御信号によってモータの回転を中断する。

【0036】簡単にいえば、外部コントローラにより「RESET」をリセットした後、モータはオンとなり、ステップを行う。「STEP」パルスが分圧器12およびカウンタ13を解除する。JKフリップフロップ15は比較器18が行う比較の結果にしたがってアップダウン・カウンタ16を増減させる。結果として、発振器17の周波数が決定され、電線61を介してパルスを与えることによって、発振器を動作させ、モータを回転させる（図1も参照）。

【0037】上述した励起および監視方法および回路の結果として、発振器17の周波数 $f_E$ が対話式の態様で最適化されるとともに、モータの共振周波数 $f_R$ に近いままとするので、モータの動作の効率が極めて高くなる。本発明による励起および監視方向および回路の好ましい実施の形態を説明したが、本発明は本発明の非限定的な例として示したにすぎないこの特定の実施の形態に限定されるものではない。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明による監視方法および回路によって監視することのできる圧電モータおよびその制御手段の略図である。

【図2】 モータに印加される周波数に関するモータの回転速度の略図である。

【図3】 本発明による方法および回路による初期化フェーズの各種のステップを略示した流れ図である。

【図4】 本発明による方法および回路による監視フェーズの各種のステップを略示した流れ図である。

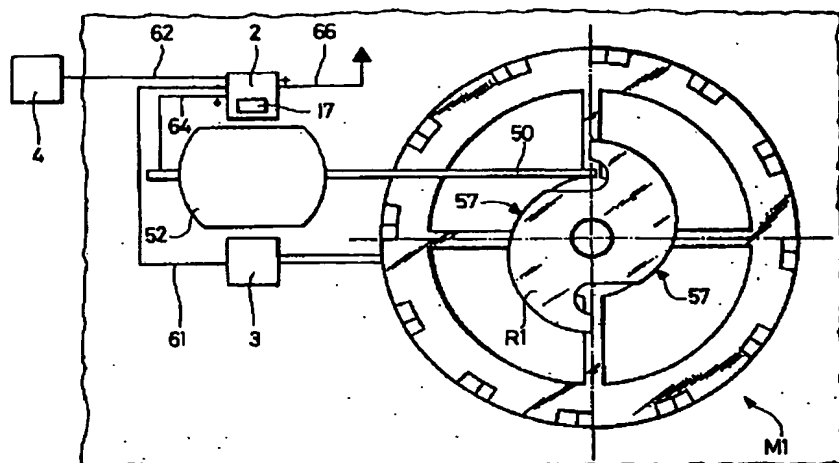
【図5】 本発明による励起および監視回路の例の略図である。

【符号の説明】

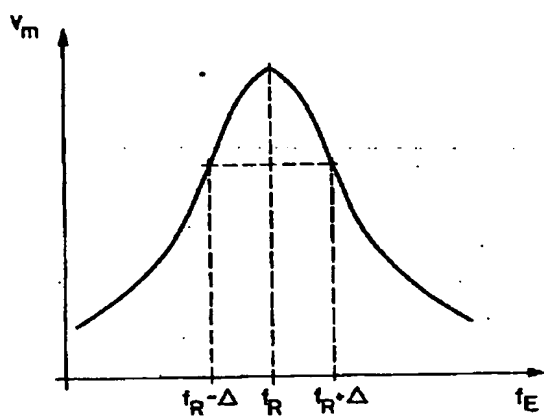
- 2 制御回路
- 3 出力段
- 4 クロック回路
- 17 プログラマブル発振器
- 50 角位置決定手段
- 52 支持体
- 57 角位置決定手段
- M1 圧電モータ
- R1 ロータ

S1 ステータ

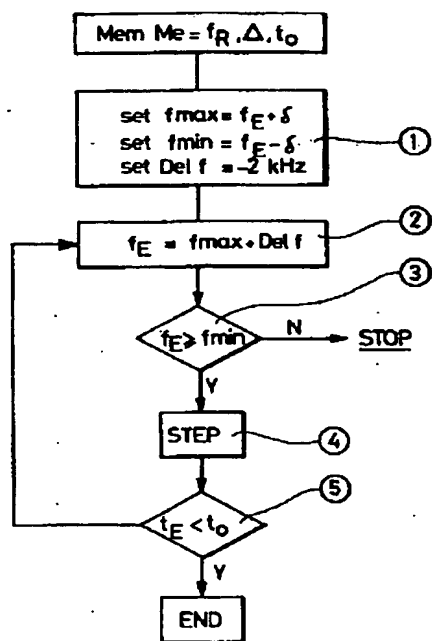
【図1】



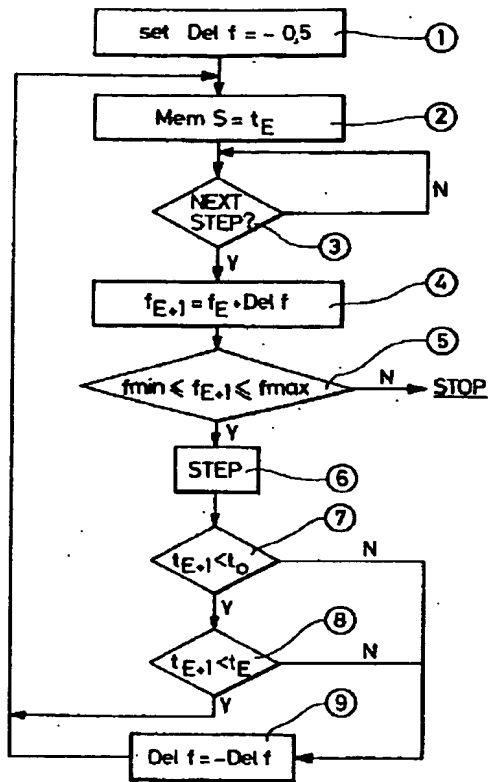
【図2】



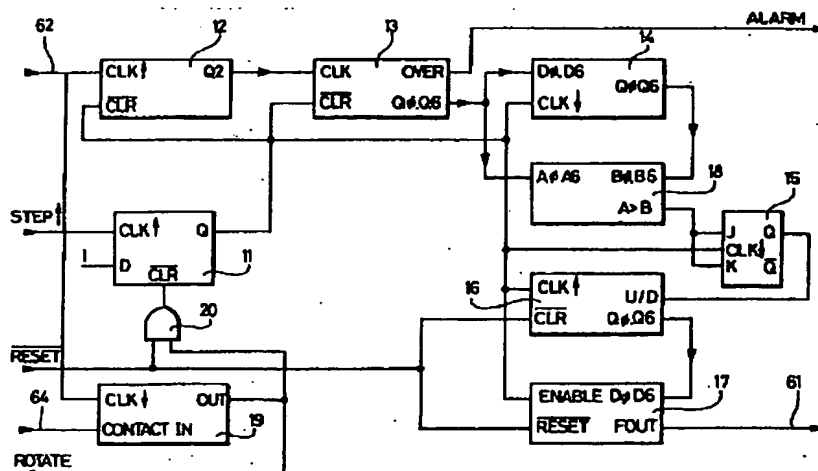
【図3】



【図4】



【図5】





# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-145858

(43)Date of publication of application : 06.06.1997

(51)Int.Cl. G04C 3/12

(21)Application number : 08-318488

(71)Applicant : ASULAB SA

(22)Date of filing : 15.11.1996

(72)Inventor : LUTHIER ROLAND  
WIGET FRIDOLIN

(30)Priority

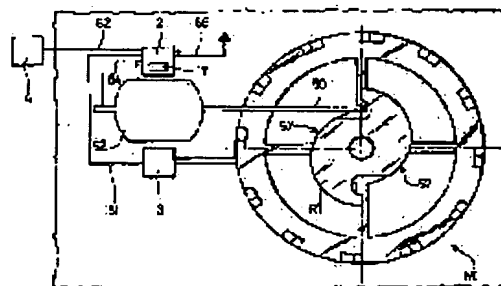
Priority number : 95 9513607 Priority date : 16.11.1995 Priority country : FR

## (54) METHOD AND CIRCUIT FOR EXCITING AND MONITORING PIEZOELECTRIC MOTOR IN STEP MODE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To easily and efficiently adjust the exciting frequency by comparing the step duration of a piezoelectric motor with a limit duration of a step to be appropriately rotated.

SOLUTION: In a control circuit 2 of a piezoelectric motor M1, a programmable oscillator 17 outputs the alternating frequency signal corresponding to the desirable exciting frequency  $f_E$ , and excites the motor M1 for the appropriate operation at a frequency near the resonance frequency  $f_R$  through a wire 61 and an output means 3. Since the resonance frequency  $f_R$  is fluctuated by the influence of the effect of heat, it is necessary to adjust the frequency  $f_E$ , and the circuit 2 measures the step duration  $t_i$  of the motor M1 at the frequency  $f_E$  with a spring plate 50 and a rotor R1. This step duration  $t_i$  is compared with a limit duration  $t_0$  of the appropriate rotation of the motor M1 at the frequency  $f_R$ , and in the case where the step duration  $t_i$  exceeds the limit duration  $t_0$ , a duration  $t_{i+1}$  at a new frequency  $f_E$  ( $f_E + \Delta f$ ) is measured. In the case where the step continuity period  $t_i$  continuously exceeds the limit duration  $t_0$ , the new frequency  $f_E$  is quickly converged in the opposite direction, namely, to the frequency  $f_E - \Delta f$ . Frequency  $f_E$  is thereby easily and efficiently adjusted.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 27.10.2003

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision  
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

## \* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

## CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1] In the approach of having resonance frequency ( $f_R$ ), exciting the piezoelectric motor (M1) with which an excitation frequency ( $f_E$ ) is electrically supplied into each step of operation in step mode, and supervising It has the monitor phase covering a number step at least which said motor followed. During the monitor phase, the duration ( $t_{E+1}$ ) of the current step of said motor is measured using the predetermined value ( $f_{E+1}$ ) of an excitation frequency. How to excite and supervise the piezoelectric motor characterized by amending that duration ( $t_{E+1}$ ) towards reducing the duration of a step for said excitation frequency ( $f_{E+1}$ ) to the following step according to the result of this comparison as compared with the duration ( $t_E$ ) of the last step.

[Claim 2] The approach according to claim 1 that said amendment is characterized by adding the predetermined increment ( $\Delta f$ ) which can become forward or negative to said excitation frequency ( $f_{E+1}$ ).

[Claim 3] The approach according to claim 2 characterized by changing the notation ( $\Delta f$ ) of an increment when it is shown by comparison that the duration ( $t_{E+1}$ ) of a current step is larger than the thing ( $t_E$ ) of the last step.

[Claim 4] The approach according to claim 2 characterized by giving a negative value to said increment to the step of the beginning of a monitor phase when the value ( $f_{E+1}$ ) of said predetermined number of excitation frequencies is larger than resonance frequency ( $f_R$ ).

[Claim 5] An approach given in claim 1 characterized by having an initialization phase covering the number step at which the motor continued before the monitor phase, and deciding the predetermined excitation frequency used at the time of initiation of a monitor phase thru/or any 1 term of 4.

[Claim 6] In an initialization phase, the range of the excitation frequency between two threshold value ( $f_{min}$ ,  $f_{max}$ ) is taken into consideration. Since the 1st step of a motor is generated, the 1st thing ( $f_E$ ) of excitation frequency threshold value is used. The duration ( $t_E$ ) of this step is measured. When this is shorter than the maximum marginal duration ( $t_0$ ) 1 at a monitor phase delivery and in not being short Amend an excitation frequency ( $f_E$ ) in the direction of other threshold value, and since the 2nd step of a motor is generated, the amended excitation frequency ( $f_{E+1}$ ) is used. The approach according to claim 5 characterized by repeating until the duration ( $t_{E+1}$ ) of a step becomes shorter than said maximum marginal duration ( $t_0$ ).

[Claim 7] In the step mode of having been suitable for operation of the approach of a publication, it sets in excitation and the supervisory circuit of a piezoelectric motor (M1) in claim 1 thru/or any 1 term of 6. The programmable oscillator which supplies a variable frequency signal ( $f_E$ ) to the power circuit (3) of a motor (M1) (17), A means to measure and store the duration ( $t_{E+1}$ ) of the step of a motor (13 14), A means [ the duration ( $t_E$ ) of the last step, a predetermined marginal duration ( $t_0$ ), or both sides / duration / ( $t_{E+1}$ ) / said ] (18), The excitation and the supervisory circuit of a piezoelectric motor which are characterized by having acted on the programmable oscillator (17) according to compared with the preceding term each means (18), and having an accommodation means (15 16) to correct said variable frequency signal ( $f_E$ ).

[Claim 8] The circuit according to claim 7 characterized by being made as [ correct / said accommodation means (15 16) / by the increment / said variable frequency signal ( $f_E$ ) ].

[Claim 9] The circuit according to claim 7 or 8 characterized by equipping said measurement and a storage means (13 14) with the counter (13) related with the latch register (14).

[Claim 10] A circuit given in claim 7 to which a circuit is characterized by having a means (11) to control said measurement and actuation of a storage means (13 14) after the reception of the pulse generated by the detection means (50 57) of a motor when a motor carried out a step thru/or any 1 term of 9.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention excites a piezoelectric motor and relates to the approach and circuit to supervise. If it says a detail, this invention excites and supervises a piezoelectric motor in step mode, and relates to the approach and circuit which stabilize the resonance excitation frequency of a motor. Such a motor can be used for a clock.

[0002]

[Description of the Prior Art] Generally, the piezoelectric motor ensured support of shaft orientations and is equipped with Rota attached in the stator which forms the supporting structure shown at the time of rotation of Rota pivotable. the [ European Patent ] -- refer to EP-A No. 0580049. A piezoelectric motor operates with the resonance frequency  $f_R$  of a stator. An excitation circuit impresses the excitation frequency  $f_E$  equal to resonance frequency to a stator. However, by ambient conditions, such as temperature, although these frequencies are changed by the passage of time, such as wear, again, they are not changed in the same mode. In fact, the effect of temperature of as opposed to [ as opposed to / a circuit ] an excitation frequency is larger than effect of as opposed to [ as opposed to / a stator ] resonance frequency. the case where fluctuation between these two frequencies becomes large too much -- actuation of a motor -- deteriorating -- just -- being alike -- a motor stops. This is because the excitation frequency  $f_E$  of the alternation signal impressed to a motor must be supervised and this excitation frequency  $f_E$  must be made still equal to the resonance frequency of  $f_R$  of a motor.

[0003] The motor resonance frequency monitoring system which uses the closed-loop circuit which stabilizes an excitation frequency continuously is common knowledge. This is related with the PLL (phase locked loop) system for generally maintaining uniformly the phase shift between the electrical potential difference impressed to a motor, and a current. Such monitoring system needs a phase detector and a voltage controlled oscillator. However, please understand that such a supervisory circuit will become complicated and expensive with these components.

[0004] other solutions -- the [ European Patent ] -- it is common knowledge from EP-A - 0366496 [ No. ], and this patent has indicated the piezoelectric motor supervisory circuit, and this circuit is equipped with the electrical-potential-difference comparator used as instead of [ of a phase detector ], and the voltage controlled oscillator. However, because of the component with which the circuit is used also in this case, it is expensive and complicated. Furthermore, the analog quantity is used for the system of the conventional technique supervising an excitation frequency, and this is complicating the system.

[0005]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] The above-mentioned supervisory circuit and above-mentioned approach of the conventional technique are complicated in order always to have to secure that it is still the same as that of resonance frequency required for these to have to adjust an excitation frequency to a precision extremely, and for the excitation frequency of a parenthesis rotate a motor. When a motor rotates in step mode, in fact, the circuit of a Prior art is too complicated and, so, too expensive. [ in / the application predicted by this invention ] The

motor in step mode rotates continuously, and if there is nothing, it is not necessary to adjust the excitation frequency continuously.

[0006] In order to adjust an excitation frequency focusing on resonance frequency, it is easy, and an excitation frequency is excited and the purpose of this invention is [ it is cheap and ] offering the solution of the above-mentioned problem of the conventional technique by [ which supervise ] offering an efficient approach and the circuit which is easy to make.

[0007]

[Means for Solving the Problem] This purpose is attained by the approach of exciting and supervising a piezoelectric motor in step mode. The motor has resonance frequency and power is supplied on an excitation frequency into each step of operation. Said approach is equipped with the monitor phase currently crossed to the step of a motor which some followed at least, and the current step of a motor is received. The excitation frequency of a predetermined value is used and the duration of a current step is measured. The duration is compared with the duration of a precedence step, and it is characterized by the value of the aforementioned excitation frequency amending to a consecutiveness step towards there being an inclination to shorten the duration of a step according to the result of such a comparison. The equipment is equipped with the programmable oscillator which supplies good accommodation signalling frequency to the power circuit of a motor, a means to measure the duration of the step of a motor and to memorize, the means in comparison with the duration of the step which precedes said duration, and/or a predetermined marginal duration, and an accommodation means to answer said comparison means, to act on a programmable oscillator, and to change said signalling frequency which can be adjusted.

[0008] In an advantageous mode, the approach and circuit by this invention enable stabilization of the excitation frequency by the digital signal. Furthermore, the approach and circuit by this invention make it possible to essentially [ the step motor itself ] use simple structure.

[0009] Although the approach and circuit by this invention are used and continuation rotation is not performed, at a stretch, it rotates a number step every, and one step or before performing the following step, an external command is stood by preferably, and the motor by which such a step can become a part of perfect rotation or rotation is supervised. For example, when using this motor for an electronic clock and driving the second hand, an oscillator is controlled by the clock circuit and a motor carries out per second 1 step rotation. A motor rotates correctly with resonance frequency  $f_R$ . The duration  $t$  required to perform such a step, whenever a motor carries out a step is measured. In order for a motor to operate proper, the duration  $t_0$  which shows the right operating limits corresponding to a marginal duration is determined. The measured duration is compared with this threshold value  $t_0$ . When Duration  $t$  exceeds a duration  $t_0$ , it turns out that the excitation frequency  $f_E$  has stopped already corresponding with resonance frequency  $f_R$ , and that this must be adjusted. What is necessary is just to ask for the new motor excitation frequency  $f_E$  near a former thing, and to measure whether a motor rotates less than [ marginal duration  $t_0$  ] in this new frequency, since the effect of ambient conditions, such as temperature, only changes the resonance frequency  $f_R$  of a motor gradually. So, by completing a frequency  $f_E$  as resonance frequency  $f_R$  gently, it manages in order to supervise the frequency of a motor resonator sufficiently correctly so that a motor may rotate appropriately.

[0010]

[Embodiment of the Invention] The gestalt of operation of the theme of this invention is explained below as a mere example with reference to an accompanying drawing.

[0011] Drawing 1 is the schematic drawing of a piezoelectric motor and its control means, and can excite and supervise such a motor by the excitation and the supervisory circuit by this invention.

[0012] The piezoelectric motor M1 ensured support of shaft orientations, and is equipped with Rota R1 attached in the stator S1 (not shown to drawing 1) which forms the supporting structure shown at the time of rotation of Rota pivotable. A piezoelectric motor M1 operates with the resonance frequency  $f_R$  of a stator, and so, it is excited so that it may resonate about the axis of the disk of a stator S1 corresponding to symmetrical vibrational motion. The control

circuit 2 of a motor supplies the alternation signalling frequency corresponding to the excitation frequency  $f_E$  to wish. For this reason, the control circuit 2 is equipped with the programmable oscillator 17 arranged so that the frequency  $f_E$  to wish may be given. Here, please care about that the RC oscillator combined with Xtal brings about reference frequency. An oscillator 17 can be switched. That is, it can turn on and off by the control circuit 2. Directly, there is an output of an oscillator 17, it is, drives the piezoelectric device of a motor through an electric wire 61 and an output stage 3, and vibrates a stator S1, and rotates Rota R1.

[0013] The angle positioning means (50 57) is established so that rotation of Rota R1 can be suspended by the two angular positions shifted 180 degrees, for example. such a configuration -- the [ European Patent ] -- since it is indicated by EP-A -0587031 [ No. ] at the detail, for details, please refer to this.

[0014] The positioning means is equipped with the contact leaf 50 made by the configuration which is attached in a base material 52, and is arranged in the surface of revolution in Rota R1, and carries out longitudinal direction contact in a part of rotation [ at least ] of Rota at the rim section 57 of Rota in this example. the rim section 57 of Rota R1 -- the [ above-mentioned / European Patent ] -- it has the cam profile for it as indicated by the EP-A -0587031 [ No. ] specification at the detail. A leaf 50 is a product made from a conductor, the electric machine switch is formed with Rota R1, and this switch is related with the control circuit 2 through the electric wire 64. the [ above-mentioned / European Patent ] -- the 2nd electric wire 66 has grounded the control circuit 2 as indicated by the EP-A -0587031 [ No. ] specification at the detail. One step of a motor is determined by the end of a step here. That is, a contact decides on the moment of opening again. Moreover, please also care about supplying the pulse of the frequency connect with the clock circuit 4 and the control circuit 2 has minded the line 62.

[0015] In order for a motor to operate proper, it is necessary to excite such a motor near the resonance frequency  $f_R$ . Under the effect of a thermal effect, since a frequency  $f_R$  is changed by the passage of time of a motor again, it needs to supervise the excitation frequency  $f_E$  which an oscillator 17 generates.

[0016] Drawing 2 shows the rotational speed  $V_m$  of the motor to the excitation frequency  $f_E$  applied to a motor. The optimum frequency which brings about quick rotation is the resonance frequency  $f_R$  of a motor.

[0017] For this reason, a control circuit 2 measures the duration of the step of the motor in a frequency  $f_E$  first using above-mentioned leaf / Rota electric machine switch 50, and R1. There must be the duration  $t_i$  required to perform such a step, whenever a motor carries out a step, in order for a motor to rotate proper in a frequency  $f_R$  in the predetermined marginal duration  $t_0$  considered to be still permissible. When the measured duration  $t_i$  is over the duration  $t_0$ , so, it turns out that the excitation frequency  $f_E$  which an oscillator 17 impresses to a motor is not strictly equivalent to a frequency  $f_R$  any longer, and that a frequency  $f_E$  must be corrected. Since resonance frequency  $f_R$  so only changes the rotational speed of a motor gently as for the effect of ambient conditions, such as temperature, it asks for the new excitation frequency  $f_E$  near a former thing, for example,  $f_E + \Delta f$ , and should just measure duration  $t_{i+1}$  with one new step which a motor performs by this new frequency  $f_E + \Delta f$ . When duration  $t_{i+1}$  is still over the marginal duration  $t_0$ , it asks for the new excitation frequency  $f_E$  in hard flow, i.e.,  $f_E - \Delta f$ . It is made to converge gently and the frequency  $f_E$  which an oscillator 17 impresses to a motor is adjusted sufficiently precisely, and it manages so that a motor may operate proper and may so rotate within the marginal duration  $t_0$ .

[0018] The tolerance of a motor of operation is decided to be the range of the frequency to  $f_R - \Delta f$  thru/or  $f_R + \Delta f$  (refer to drawing 2 ). When the resonance frequency  $f_R$  given at the time of manufacture is 130kHz and the tolerance  $\Delta f$  of a motor is  $\pm 10$ kHz, the range where a motor can operate is set to 20kHz, 120 [ i.e., ], thru/or 140kHz. Subsequently the resonance frequency of a motor determines the clock frequency range of an oscillator 17. Since the frequency of a motor is changed a little, the operating range of an oscillator 17 must be determined near the frequency range of a motor in consideration of a certain amount of safety margin by the manufacture tolerance of a motor. It is larger than operating range  $\Delta f$ , and by this example, the operating range of the oscillator 17 found out by the experiment is chosen so

that it may come between 100kHz and 163.5kHz. So, tolerance  $\Delta$  of an oscillator is  $\Delta 31.75\text{kHz}$ .

[0019] The excitation, the monitor approach, and circuit by this invention It asks for the excitation frequency  $f_E$  in which a motor can operate, namely, a motor rotates it within the marginal duration  $t_0$  quickly. First, subsequently Supervise this frequency  $f_E$ , and when needed, a frequency  $f_E$  exceeds the marginal duration  $t_0$ . That is, by adjusting the resonance frequency  $f_E$  impressed to a motor, when the value shown by the measured period  $t$  separates from the resonance frequency  $f_R$  of a motor too much, it is designed so that proper actuation may be ensured continuously. If it says simply, the approach and circuit by this invention will try to remain near the peak of the curve which shows the excitation frequency  $f_E$  to drawing 2 by correcting in a desirable interactive mode. In an advantageous mode, the excitation and the supervisory circuit by this invention form a part of control circuit 2.

[0020] Actuation of a circuit is explained to be an approach below using drawing 3 and the abbreviation flow chart of drawing 4.

[0021] Drawing 3 is the flow chart which sketched the initialization phase by the circuit by this invention. First, in step 1, in order to control the circuit 2 which controls the programmable oscillator 17, an initialization parameter is read in the memory  $M_e$  included in the circuit 2. As explained above, these parameters are decided at the time of manufacture of a motor, and include resonance frequency  $f_R$  and the tolerance value  $\Delta$ .

[0022] Next, the maximum frequency  $f_{\max}$  of an oscillator 17 can be determined and this is equal to  $f_E + \Delta$ . However,  $\Delta$  supports the operating range of an oscillator 17 as mentioned above. The frequency  $f_E$  supports the nominal resonance frequency  $f_R$  of a motor, therefore 130kHz. Similarly, the minimum frequency  $f_{\min}$  can be determined and this is equal to  $f_E - \Delta$ . A frequency  $f_{\max}$  is fixed at step 1 of drawing 3.

[0023] While a means (refer to 15, 16, and drawing 5) to adjust the frequency of an oscillator 17 is arranged and the motor is not rotating, the parameter which changes a frequency is fixed. This parameter is called  $\Delta$  here and it is beforehand chosen as  $-2\text{kHz}$ . This parameter opts for initial convergence for asking for the frequency in which a motor can operate in an efficient enough mode.

[0024] The flow chart also shows the step to which the approach and circuit by this invention operate a motor and which is performed for accumulating. Notation N expresses "no" according to a test step, and Notation Y expresses "yes."

[0025] In step 2, an oscillator 17 is set up so that it may operate by frequency  $f_E = f_{\max} + \Delta$ . In this example, it is  $f_E = 163.5 - 2 = 161.5\text{kHz}$ . Subsequently, it is made not to deviate from the operating range decided in this frequency  $f_E$  as compared with the frequency  $f_{\min}$  at the time of manufacture of a motor in step 3. When a frequency  $f_E$  is lower than  $f_{\min}$ , it turns out that a motor stops, this is expressed with "STOP" and the motor is not operating. In such a case, the alarm signal expressed with drawing 5 by "ALARM" is given, and it is shown that a motor has a defect.

[0026] When a frequency  $f_E$  is more than the frequency  $f_{\min}$ , the command which rotates one step of motors is given. That is, an oscillator 17 serves as ON and a motor is rotated. This is expressed with step 4 which serves as "STEP" by drawing 3. The duration  $t_E$  which performs this step by the motor is measured at step 5. When Duration  $t_E$  is larger than the marginal duration  $t_0$ , following frequency  $f_{E+1} = f_E + \Delta$  is determined at step 2, and directs to an oscillator 17. Subsequently, step 3 thru/or 5 are repeated on a new frequency. On the other hand, when the measured duration  $t_E$  is less than [ marginal duration  $t_0$  ], it turns out that the motor is operating proper. An initialization phase is completed now and this is shown by "END" by drawing 3. As for this initialization phase, it is desirable to be carried out, when supply voltage is received whenever excitation and a supervisory circuit operated for example.

[0027] In fact, after this initialization phase that is the coarse tuning of the excitation frequency  $f_E$  of the oscillator 17 for rotating a motor, are concerned and there is nothing to the effect of the ambient conditions to which the resonance frequency  $f_R$  of a motor is changed, and in order to make continuous and proper actuation perform, the monitor phase which amends the excitation frequency  $f_E$  of an oscillator 17 is performed.

[0028] In order to perform this fine tuning, the flow chart which sketched the step which the



approach and circuit by this invention perform is shown in drawing 4.

[0029] First, in order to correct Parameter Delf and to perform fine adjustment of a frequency, it is made to become small with  $-0.5\text{kHz}$  in step 1. The 1st duration  $t_E$  of a step measured during initialization is stored in Memory S in step 2. The latch register shown by 14 in drawing 5 is sufficient as Memory S, and it is explained to a detail below about this. An oscillator 17 is \*\*\*\* (step 3 reference) about an external command until it generates the next rotation step of a motor, since it is here related with the motor which rotates one step at once. The frequency of an oscillator 17 is changed into new frequency  $f_{E+1}=f_E+\text{Delf}$  from the initial frequency  $f_E$  at the same time it receives this external command (step 4 reference). Subsequently, in step 5, it is confirmed whether, as compared with a frequency  $f_{\text{max}}$  and a frequency  $f_{\text{min}}$ , this has deviated from the operating range of a motor from frequency  $f_{E+1}$  [ new ]. It has deviated from the range, and so, when the conditions of step 5 are not fulfilled (shown by the reference mark "N"), a monitor phase is stopped (shown at step 4 by the word of "STOP"), and an oscillator 17 is reset in the excitation frequency  $f_E$  in the initialization phase mentioned above with reference to drawing 3. In being still in within the limits, an oscillator 17 is set to ON by this frequency  $f_{E+1}$  [ new ], a motor serves as ON, and it performs the step of a motor (step 6 reference). The duration of this step is measured and it checks that the motor is operating this duration  $t_{E+1}$  proper as compared with the marginal duration  $t_0$  (step 7). When duration  $t_{E+1}$  is longer than the marginal duration  $t_0$ , it progresses to step 9 and the value of Parameter Delf is reversed, in the same mode as actuation of the circuit in the initialization phase mentioned above, it asks for the new frequency of hard flow, and the step mentioned above is repeated. Therefore, change of excitation frequency  $f_{E+2}$  serves as hard flow here.

[0030] On the contrary, when duration  $t_{E+1}$  is shorter than  $t_0$ , it turns out that the motor is rotating proper. Subsequently, in step 8, it evaluates whether it operates more efficiently by frequency  $f_{E+1}$  with a new motor as compared with the duration  $t_E$  which measured duration  $t_{E+1}$  beforehand. Continuation optimization of actuation of the motor by convergence to the actual resonance frequency  $f_R$  is attained by the approach and circuit by this invention.

[0031] Drawing 5 sketches the example of the excitation by this invention for performing fine tuning mentioned above with reference to drawing 4, and a supervisory circuit.

[0032] The circuit is equipped with D type flip-flop 11, and this is the clocked into expressed with CLK, and receives the control pulse signal "STEP" corresponding to step 6 of drawing 4. This input reacts in the first transition of the "STEP" signal. Input D is always logical level "1", i.e., quantity. The output Q of D flip-flop 11 is connected to the CLR (reversal) input of a potentiometer 12 and the 7-bit counter 13. It connects with the latch register 14 which reacts in a trailing edge, JK flip-flop 15 to which this also reacts in a trailing edge, and the clocked into expressed with CLK of the up down counter 16 which reacts in first transition, and this output Q is connected to the verification input "ENABLE" of the programmable oscillator 17. As already explained, both the flip-flop 15 and the up down counter 16 form the accommodation means of the excitation frequency  $f_E$  of an oscillator 17.

[0033] A counter 13 measures and compares the duration  $t_E$  of the step performed with threshold value  $t_0$ . So, the register 14 supports the memory S explained at step 2 of drawing 4. Subsequently to the former value  $t_E$ , the new value of the counter 13 corresponding to duration  $t_{E+1}$  becomes (step 3 reference of drawing 4). A potentiometer 12 receives the pulse from the clock circuit 4 on the frequency of  $1024\text{kHz}$  in clocked into CLK through an electric wire 62 (refer to drawing 1). A potentiometer 12 operates as a potentiometer of 23 and brings a  $128\text{Hz}$  pulse signal to the output Q2. This output is connected to the clocked into CLK of a counter 13.

[0034] A counter 13 gives the alarm signal corresponding to the "STOP" command of the step 3 of drawing 3 "ALARM", when the duration  $t_E$  required to perform one step exceeds the predetermined threshold value  $t_0$  when a counter overflows namely. The 7-bit value of a counter is supported and, so, other outputs of a counter 13 corresponding to the duration of one step called Q0-Q6 are connected to input A0-A6 of input D0-D6 of the latch register 14, and a comparator 18. Output Q0-Q6 of a register 14 are connected to 2nd input called B0-B6 of a comparator 18. Output A>B of a comparator 18 gives the result of the comparison between the

7-bit values which the counter 13 and register 14 corresponding to step 8 of drawing 4 give. This output is connected to the inputs J and K of JK flip-flop 15. The output Q of the JK-flip-flop circuit 15 is directly linked with input U/D of an up down counter 16. The value of a counter will be fluctuated as a result. Output Q0-Q6 of the up down counter corresponding to a 7-bit value are connected to input D0-D6 of an oscillator 17. The output Fout of an oscillator 17 has the frequency  $f_E$  which the programmable oscillator of a motor impresses. So, an oscillator 17 sends out a variable frequency.

[0035] The D-type-flip-flop circuit 11 has another CLR (reversal) input which receives the output signal from the "AND" gate 20 equipped with two inputs. The 1st input of the gate 20 receives a reset signal called RESET (reversal) which an external controller controls. Reset-signal RESET (reversal) is also given to the reset input of an up down counter 16 and an oscillator 17. The 2nd input of the gate 20 is connected to the "OUT" output of the chattering ring prevention circuit 19. By clocked into called CLK, the chattering ring prevention circuit 19 also receives the 1024Hz clock signal which reacts in a trailing edge. When a piezoelectric motor carries out the step of this chattering prevention circuit 19, it reacts on the contact generated by the piezoelectric motor. A contact pulse enters from other angle positioning means (50 57) through an electric wire 64, as mentioned above with reference to drawing 1 . The "OUT" output of the chattering prevention circuit 19 gives off the pulse of short minus, when a motor rotation detection contact opens. This pulse interrupts rotation of a motor with the control signal of "ROTATE."

[0036] If it says simply, after resetting "RESET" by the external controller, a motor will serve as ON and will perform a step. The "STEP" pulse cancels a potentiometer 12 and a counter 13. JK flip-flop 15 makes an up down counter 16 fluctuate according to the result of the comparison which a comparator 18 performs. As a result, by determining the frequency of an oscillator 17 and giving a pulse through an electric wire 61, an oscillator is operated and a motor is rotated (also see drawing 1 ).

[0037] Since it becomes close to the resonance frequency  $f_R$  of a motor with as while the frequency  $f_E$  of an oscillator 17 is optimized in an interactive mode as a result of the excitation mentioned above, the monitor approach, and a circuit, the effectiveness of actuation of a motor becomes very high. Although the gestalt of desirable operation of the excitation by this invention, the monitor direction, and a circuit was explained, this invention is not limited to the gestalt of operation of this specification shown as an example of un-limiting-of this invention.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the schematic drawing of the piezoelectric motor which can be supervised by the monitor approach and circuit by this invention, and its control means.

[Drawing 2] It is the schematic drawing of the rotational speed of the motor about the frequency impressed to a motor.

[Drawing 3] It is the flow chart which sketched various kinds of steps of the approach by this invention, and the initialization phase by the circuit.

[Drawing 4] It is the flow chart which sketched various kinds of steps of the approach by this invention, and the monitor phase by the circuit.

[Drawing 5] It is the schematic drawing of the example of the excitation by this invention, and a supervisory circuit.

[Description of Notations]

2 Control Circuit

3 Output Stage

4 Clock Circuit

17 Programmable Oscillator

50 Angle Positioning Means

52 Base Material

57 Angle Positioning Means

M1 Piezoelectric motor

R1 Rota

S1 Stator

---

[Translation done.]

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**